

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-086818

(43)Date of publication of application : 02. 04. 1996

---

(51)Int.Cl. G01R 19/00

H03F 1/34

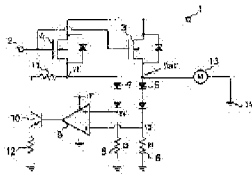
---

(21)Application number : 06-220579 (71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 14. 09. 1994 (72)Inventor : INO JUNSUKE

---

(54) CURRENT DETECTION CIRCUIT



(57)Abstract:

PURPOSE: To enhance the current detection accuracy and reduce the size of a current detection circuit.

CONSTITUTION: A first level shifting means for performing a level shifting of a source potential of a main MOSFET 3 is constituted of a first diode 5 connected in the forward direction to an inversion input terminal of an amplifier from the source of the main MOSFET 3 and a first resistance 6 connected between the inversion input terminal thereof and a low potential point. A second level shifting means for performing a level shifting of the source potential of a mirror MOSFET 4 is constituted of a second diode 7 connected in the forward direction to a non-inversion input terminal of the amplifier 9 from the source of the mirror MOSFET 4 and a second resistance 8 connected between the non-inversion input terminal thereof and a low potential point.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.09.1999

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of  
application other than the  
examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for  
application]

[Patent number] 3175493

[Date of registration] 06.04.2001

[Number of appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right] 06.04.2004

\* NOTICES \*

**JPO and NCIP are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The mirror MOSFET by which mirror connection was made in Maine MOSFET which drives a load, and this Maine MOSFET The amplifier which considers the electrical potential difference which carried out the level shift of the electrical potential difference which carried out the level shift of the source potential of said Maine MOSFET with the 1st level shift means, and the source potential of said mirror MOSFET with the 2nd level shift means as both inputs, The transistor which considers the output of this amplifier as a base (or gate) input, The feedback resistor connected to the source terminal of said mirror MOSFET from the collector (or drain) terminal of this transistor, In the current detector which has the resistance for current detection which detects

the current which is connected to the emitter (or source) terminal of said transistor, and flows to said mirror MOSFET The 1st diode by which said 1st level shift means was connected to the inversed input terminal of said amplifier from the source terminal of said Maine MOSFET in the forward direction, The 2nd diode which is constituted from the 1st resistance connected between this inversed input terminal and the low voltage point and by which said 2nd level shift means was connected to the non-inversed input terminal of said amplifier from the source terminal of said mirror MOSFET in the forward direction, The current detector characterized by coming to constitute from the 2nd resistance connected between this non-inversed input terminal and the low voltage point.

[Claim 2] High side left-hand side Maine MOSFET which carried out the load in between and was connected to H bridge type, high side right-hand side Maine MOSFET, the low side left-hand side MOSFET, and the low side right-hand side MOSFET The high side left-hand side mirror MOSFET by which mirror connection was made in said high side left-hand side Maine MOSFET The high side right-hand side mirror MOSFET by which mirror connection was made in said high side right-hand side Maine MOSFET The 1st level shift means which carries out the level shift of the source potential of said high side left-hand side Maine MOSFET, The 2nd level shift means which carries out the level shift of the source potential of said high side left-hand side mirror MOSFET, The 3rd level shift means which carries out the level shift of the source potential of said high side right-hand side Maine MOSFET, The 4th level shift means which carries out the level shift of the source potential of said high side right-hand side mirror MOSFET, The amplifier which inputs into a non-inversed input terminal the electrical potential difference which inputted into the inversed input terminal the electrical potential difference which carried out the level shift, respectively with said 1st level shift means and the 3rd level shift means, and carried out the level shift, respectively with said 2nd level shift means and the 4th level shift means, The transistor which considers the output of this amplifier as a base (or gate) input, The feedback resister connected to which source terminal of said high side left-hand side mirror MOSFET or the high side right-hand side mirror MOSFET from the collector (or drain) terminal of this transistor, It is the current detector which has the resistance for current detection which detects the current which is connected to the emitter (or source) terminal of said transistor, and flows they to be [ any of said high side left-hand side mirror MOSFET or the high side right-hand side mirror MOSFET ]. The 1st diode by which

said 1st level shift means was connected to the inversed input terminal of said amplifier in the forward direction from the source terminal of said high side left-hand side Maine MOSFET, It constitutes from the 1st resistance connected between this inversed input terminal and the low voltage point. The 2nd diode by which said 2nd level shift means was connected to the non-inversed input terminal of said amplifier in the forward direction from the source terminal of said high side left-hand side mirror MOSFET, It constitutes from the 2nd resistance connected between this non-inversed input terminal and the low voltage point. Said 3rd level shift means is constituted from the 3rd diode connected to the inversed input terminal of said amplifier in the forward direction from the source terminal of said high side right-hand side Maine MOSFET, and said 1st resistance. Said 4th level shift means is a current detector characterized by coming to constitute from the 4th diode connected to the non-inversed input terminal of said amplifier in the forward direction from the source terminal of said high side right-hand side mirror MOSFET, and said 2nd resistance.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

#### DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the current detector which detects the current which flows for a load with high precision using the power metal-oxide semiconductor field effect transistor containing the mirror MOSFET for current detection.

[0002]

[Description of the Prior Art] As 1st conventional example of the current detector using the power metal-oxide semiconductor field effect

transistor containing the mirror MOSFET for current detection, there is a thing as shown in drawing 4 . In this drawing 1 The drain terminal of power metal-oxide semiconductor field effect transistor with a current detection function, Power-source Vdd Rhine and 2 Namely, the gate terminal of power metal-oxide semiconductor field effect transistor with a current detection function, The mirror MOSFET by which mirror connection of Maine MOSFET where 3 drives a load 13, and 4 was made in Maine MOSFET Division resistance for R21 and R22 to carry out the level shift of the source potential of Maine MOSFET 3, For an amplifier and 10, as for a feedback resister and 12, a transistor and 11 are [ division resistance for R19 and R20 to carry out the level shift of the source potential of a mirror MOSFET 4, and 9 / the resistance for current detection and 14 ] GND. And potential V3 after carrying out the level shift of the source potential of Maine MOSFET 3 by the division resistance R21 and R22 Potential V4 after carrying out the level shift of the source potential of a mirror MOSFET 4 by the division resistance R19 and R20 If both potentials are inputted into amplifier 9 It is  $V3 = V4$  by the imaginary short of an amplifier 9. It acts so that it may become. By applying feedback to the source potential of a mirror MOSFET 4 through the transistor 10 which an amplifier 9 is furthermore operated using the potential after a level shift, and considers the output of an amplifier 9 as an input Source potential Vout of Maine MOSFET 3 Source potential V2 of a mirror MOSFET 4 He is trying to keep it equal. Since the input impedance of an amplifier 9 is high, a detection current will flow into the resistance 12 for current detection through a feedback resister 11 and a transistor 10, and will be detected as an electrical potential difference here. In this conventional example, since the potential after carrying out the level shift of the source potential of MOSFETs 3 and 4 by division resistance is inputted into amplifier 9, the input operation electrical-potential-difference range of amplifier 9 is changeable by setting division resistance as a suitable value (ratio). For this reason, the amplifier of a single power source with the comparatively narrow input operation electrical-potential-difference range can be used, and built-in of the amplifier 9 to IC, i.e., a current detector, is attained.

[0003] The 2nd conventional example of a current detector is shown in drawing 5 . This conventional example applies the 1st conventional example to H bridge. Each configuration component in the 1st conventional example functions as each configuration component on the left-hand side of a high side like high side left-hand side Maine MOSFET 3 and the high side left-hand side mirror MOSFET 4. The gate terminal of

high side right-hand side power metal-oxide semiconductor field effect transistor and 23 22 High side right-hand side Maine MOSFET Division resistance for the high side right-hand side mirrors MOSFET, R25, and R26 to carry out the level shift of the source potential of high side right-hand side Maine MOSFET 23 in 24, Division resistance for R23 and R24 to carry out the level shift of the source potential of the high side right-hand side mirror MOSFET 24, A high side right-hand side amplifier and 30 29 A high side right-hand side transistor, A high side right-hand side feedback resistor and 32 31 The resistance for high side right-hand side current detection, For 33, as for the gate terminal of low side right-hand side power metal-oxide semiconductor field effect transistor, and 35, the gate terminal of low side left-hand side power metal-oxide semiconductor field effect transistor and 34 are [ low side left-hand side power metal-oxide semiconductor field effect transistor and 36 ] low side right-hand side power metal-oxide semiconductor field effect transistor. It is made to carry out the level shift of the source potential of each MOSFETs 3, 4, 23, and 24 by the side of a high side by division resistance by such configuration, respectively. Circuit actuation of the current detector of the right and left in H bridge is the same as that of the 1st conventional example.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, if it is in such a conventional current detector, it is the source potential  $V_2$  of Mirror MOSFET. Source potential  $V_{out}$  of Maine MOSFET It uses and is [Equation 1].  $V_2 = V_{out} - [1 + (R_{19}/R_{20})] / [1 + (R_{21}/R_{22})]$

The division resistance  $R_{21}$  and  $R_{22}$  of Maine MOSFET since it is expressed, and the division resistance  $R_{19}$  and  $R_{20}$  by the side of Mirror MOSFET are typ, respectively. It only varies only \*\*1% to a value, and is [Equation 2].  $V_2 \text{ typ} = V_{out}$  It receives and is  $V_{2min} = 0.98V_{out}$ . It will be set to  $V_{2max} = 1.02V_{out}$ . That is, as for \*\*2% or more, for example, the case of  $V_{out} = 11.5V$ , relative precision dispersion of division resistance will differ [ no less than \*\*230mV of detection currents ] in the source potential of only \*\*1% and power metal-oxide semiconductor field effect transistor in an absolute value. On the other hand, if it changes even when it is slight as shown in drawing 6 in order for a drain current, i.e., a detection current, to change a lot in proportion [ almost ] to the electrical potential difference between source drains of Mirror MOSFET, since the electrical potential difference between source drains changes and a drain current changes as a result, a detection current is undetectable with a sufficient precision. [ of the source potential of Mirror MOSFET ] That is, the precision of the

division resistance for level shifts influenced current detection precision greatly, and there was a trouble that it became difficult to perform current detection with high degree of accuracy by dispersion in resistance. This is because there are configurations (width of face, die length, depth, etc.) of a diffusion layer, concentration of a diffusion layer, impurity diffusion dispersion, and a dispersion factor like gap of Al contact doubling location, when building resistance for IC chip. Moreover, although the same circuit as each is needed in order to detect the current of right-and-left both directions when applying a current detector to H bridge like the 2nd conventional example, considering that this simplifies the circuit of two right and left by the resistance division method, it will become a load and the type of circuit by which resistance will be inserted in juxtaposition, a drive current will flow into this parallel resistance, and the current which flows for a load will decrease. By following as mentioned above, in the conventional example, when the level shift of the source potential of MOSFET was carried out by division resistance, dispersion in resistance influenced the source potential of Mirror MOSFET, there was a trouble that current detection precision worsened and there was a trouble that the completely same current detector was needed for both right and left of H bridge, and a circuit scale became large in the 2nd conventional example further. [0005] This invention aims at offering the current detector which it was made paying attention to such a conventional trouble, and current detection precision can be raised, and can make a circuit scale small.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, invention according to claim 1 The mirror MOSFET by which mirror connection was made in Main MOSFET which drives a load, and this Main MOSFET The amplifier which considers the electrical potential difference which carried out the level shift of the electrical potential difference which carried out the level shift of the source potential of said Main MOSFET with the 1st level shift means, and the source potential of said mirror MOSFET with the 2nd level shift means as both inputs, The transistor which considers the output of this amplifier as a base (or gate) input, The feedback resistor connected to the source terminal of said mirror MOSFET from the collector (or drain) terminal of this transistor, In the current detector which has the resistance for current detection which detects the current which is connected to the emitter (or source) terminal of said transistor, and flows to said mirror MOSFET The 1st diode by which said 1st level shift means was connected to the inversed input terminal of said amplifier from the

source terminal of said Maine MOSFET in the forward direction, The 2nd diode which is constituted from the 1st resistance connected between this inversed input terminal and the low voltage point and by which said 2nd level shift means was connected to the non-inversed input terminal of said amplifier from the source terminal of said mirror MOSFET in the forward direction, Let it be a summary to come to constitute from the 2nd resistance connected between this non-inversed input terminal and the low voltage point.

[0007] High side left-hand side Maine MOSFET which invention according to claim 2 carried out the load in between, and was connected to H bridge type, high side right-hand side Maine MOSFET, the low side left-hand side MOSFET, and the low side right-hand side MOSFET The high side left-hand side mirror MOSFET by which mirror connection was made in said high side left-hand side Maine MOSFET The high side right-hand side mirror MOSFET by which mirror connection was made in said high side right-hand side Maine MOSFET The 1st level shift means which carries out the level shift of the source potential of said high side left-hand side Maine MOSFET, The 2nd level shift means which carries out the level shift of the source potential of said high side left-hand side mirror MOSFET, The 3rd level shift means which carries out the level shift of the source potential of said high side right-hand side Maine MOSFET, The 4th level shift means which carries out the level shift of the source potential of said high side right-hand side mirror MOSFET, The amplifier which inputs into a non-inversed input terminal the electrical potential difference which inputted into the inversed input terminal the electrical potential difference which carried out the level shift, respectively with said 1st level shift means and the 3rd level shift means, and carried out the level shift, respectively with said 2nd level shift means and the 4th level shift means, The transistor which considers the output of this amplifier as a base (or gate) input, The feedback resister connected to which source terminal of said high side left-hand side mirror MOSFET or the high side right-hand side mirror MOSFET from the collector (or drain) terminal of this transistor, It is the current detector which has the resistance for current detection which detects the current which is connected to the emitter (or source) terminal of said transistor, and flows they to be [ any of said high side left-hand side mirror MOSFET or the high side right-hand side mirror MOSFET ]. The 1st diode by which said 1st level shift means was connected to the inversed input terminal of said amplifier in the forward direction from the source terminal of said high side left-hand side Maine MOSFET, It constitutes from the 1st resistance connected



between this inversed input terminal and the low voltage point. The 2nd diode by which said 2nd level shift means was connected to the non-inversed input terminal of said amplifier in the forward direction from the source terminal of said high side left-hand side mirror MOSFET, It constitutes from the 2nd resistance connected between this non-inversed input terminal and the low voltage point. Said 3rd level shift means is constituted from the 3rd diode connected to the inversed input terminal of said amplifier in the forward direction from the source terminal of said high side right-hand side Maine MOSFET, and said 1st resistance. Let it be a summary to come to constitute said 4th level shift means from the 4th diode connected to the non-inversed input terminal of said amplifier in the forward direction from the source terminal of said high side right-hand side mirror MOSFET, and said 2nd resistance.

[0008]

[Function] The electrical potential difference after carrying out the level shift of the source potential of Maine MOSFET for the 1st diode in invention according to claim 1, If the electrical potential difference after carrying out the level shift of the source potential of Mirror MOSFET for the 2nd diode is inputted into both the input terminals of amplifier It acts so that the potential of both the input terminal may become equal according to imaginary short. Furthermore, an amplifier is operated using the electrical potential difference after a level shift, and the source potential of Maine MOSFET and the source potential of Mirror MOSFET are kept equal by applying feedback to the source potential of Mirror MOSFET through the transistor which considers the output of an amplifier as an input. A detection current flows into the resistance for current detection through a feedback resistor and a transistor using the input impedance of an amplifier being large, and is detected as an electrical potential difference. Source potential  $V_{out}'$  of Maine MOSFET is used for source potential  $V_2'$  of Mirror MOSFET in this current detection actuation, and it is [Equation 3].  $V_2' = V_{out}' - (\text{forward voltage of the 1st diode}) + (\text{forward voltage of the 2nd diode})$  It is expressed by carrying out. It depends for current detection precision on dispersion in the forward voltage of the 1st diode, and the forward voltage of the 2nd diode from this. The forward voltage of \*\* diode can be controlled by several mV order by this on the manufacture process of IC. \*\* Dispersion in the forward voltage of the 1st diode of Maine MOSFET and the 2nd diode by the side of Mirror MOSFET is offset. It becomes possible to be able to suppress dispersion in the forward voltage of the 1st diode, and the forward voltage of the 2nd diode very very small from this, and to raise current detection precision.

[0009] In invention according to claim 2, it becomes possible to raise current detection precision like invention of the claim 1 above-mentioned publication by carrying out the level shift of Maine MOSFET Maine MOSFET on the left-hand side of a high side and Mirror MOSFET, and on the right-hand side of a high side, and each source potential of Mirror MOSFET using diode, respectively in the current detector applied to H bridge. Moreover, it becomes possible to make a circuit scale small by making the electrical potential difference which carried out the level shift input into single amplifier.

[0010]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained based on a drawing. Drawing 1 is drawing showing the 1st example of this invention, and is the case where this invention is applied to a high side switch. in addition, the same as that of a device, a component, etc. in said drawing 4 and drawing 5 in drawing 2 and drawing 3 which show drawing 1 and the 2nd and 3rd below-mentioned example -- it is -- carrying out -- an equal thing -- the same sign as the above -- with -- \*\*\*\* -- it is shown and the duplicate explanation is omitted.

[0011] First, if the configuration of this example is explained, the 1st level shift means for carrying out the level shift of the source potential of Maine MOSFET 3 consists of two or more 1st diodes 5 and the 1st resistance 6, and the 2nd level shift means for carrying out the level shift of the source potential of a mirror MOSFET 4 consists of two or more 2nd diodes 7 and the 2nd resistance 8.

[0012] Next, an operation of this example is explained. If the gate of a high side MOSFET turns on, to an  $I_o$  and mirror MOSFET 4 side, the current of  $i_o$  (however,  $I_o = k \cdot i_o$ ,  $k$ : mirror ratio) will flow at the Maine MOSFET 3 side. Moreover, the current to which the level shift of the mirror MOSFET 4 each sides is carried out by the 1st diode 5 and 2nd diode 7 the Maine MOSFET 3 side, and it is decided by the electrical potential difference, the 1st resistance 6, and the 2nd resistance 8 after a level shift that the input of amplifier 9 will be the 1st and 2nd diode 5 and 7 flows, respectively. Moreover, it becomes possible to pass the \*\*\*\*\* for a load 13 because the current which flows to the Maine MOSFET 3 side uses resistance of a far larger value than the armature resistance of a load 13 for the 1st resistance 6. on the other hand -- Maine -- MOSFET -- three -- the source -- potential -- the -- one -- diode -- five -- a level shift -- having carried out -- the back -- potential --  $V_{th3}$  -- ' -- a mirror -- MOSFET -- four -- the source -- potential -- the -- two -- diode -- seven -- a level shift -- having carried out -- the back -- potential --  $V_{th4}$  -- ' -- both --

potential -- amplifier -- nine -- inputting -- if -- It acts so that it may become  $V_3' = V_4'$  according to the imaginary short of an amplifier 9. Furthermore, the amplifier 9 was operated using the potential after a level shift, and  $V_2' = V_{out}'$  is realized as a result by applying feedback to the source potential of a mirror MOSFET 4 through the transistor 10 which considers the output of an amplifier 9 as an input. Moreover, like the conventional example, using the input impedance of an amplifier 9 being large, a detection current flows into the resistance 12 for current detection through a feedback resistor 11 and a transistor 10, and is detected as an electrical potential difference. Here, the above-mentioned transistor 10 can be used also by MOSFET or the bipolar transistor.

[0013] In above-mentioned current detection actuation, source potential  $V_{out}'$  of Main MOSFET 3 is used for source potential  $V_2'$  of a mirror MOSFET 4, and it is [Equation 4].  $V_2' = V_{out}' - \sigma(V_F \text{ of 1st diode of Main MOSFET}) + \sigma(V_F \text{ of the 2nd diode by the side of Mirror MOSFET})$  It is expressed. It depends for an error on the absolute value of dispersion in the forward voltage ( $V_F$ ) of the 1st and 2nd diode 5 and 7 by the side of Main MOSFET 3 and a mirror MOSFET 4 from an upper type. This is  $V_F$  of that it is controllable by the order whose forward voltage of \*\* diode is several mV on the manufacture process of IC, and \*\* Main MOSFET 3.  $V_F$  by the side of a mirror MOSFET 4 Since it is expectable to offset dispersion, it has the advantage that dispersion produced about \*\*230mV of maxes when a level shift is performed by resistance division can be suppressed to about several [ only ] mV by this diode level shift method. Since the input operation electrical-potential-difference range of amplifier 9 can be narrowed by using two or more steps of diodes further for level shifts, there is an advantage that the circuit itself can be built in IC by using the comparatively narrow amplifier of the input operation electrical-potential-difference range as well as a conventional type, maintaining high degree of accuracy.

[0014] Here, the diode 5 for level shifts or several n of 7 are the forward voltage  $V_F$  of the maximum input electrical-potential-difference range  $V_{imax}$  of supply voltage  $V_{dd}$  and amplifier 9, and diodes 5 and 7. What is necessary is to use, and just to set up, as shown in a degree type.

[0015] [ $(V_{dd} - V_{imax}) / V_F$ ] In the case of  $\langle n, V_{dd} = 12V$  [ for example, ],  $V_{imax} = 5V$ , and  $V_F = 0.8V$ , it is  $n \geq (12 - 5) / 0.8 = 8.75$ , and the diode 5 for level shifts or 7 is good to make it nine or more pieces. On the other hand, it is the forward voltage  $V_F$  of diode. Although it is small, in order to change with the currents which flow to diode, it is this

forward voltage  $V_F$ . In order to be a Maine MOSFET 3 and mirror MOSFET 4 side and to make it equal, it is [Equation 5] about area  $A_5$  of diodes 5 and 7, and  $A_6$ .  $R_1: R_2 = A_5: A_6$  (however,  $R_1$  and  $R_2$  each value of the 1st and the 2nd resistance)

Current detection precision improves by carrying out.

[0016] The 2nd example of this invention is shown in drawing 2. This example applies this current detector to H bridge. At this example, the 1st level shift means for carrying out the level shift of the source potential of high side left-hand side Maine MOSFET 3 consists of two or more 1st diodes 5 and the 1st resistance 6, and the 2nd level shift means for carrying out the level shift of the source potential of the high side left-hand side mirror MOSFET 4 consists of two or more 2nd diodes 7 and the 2nd resistance 8. Moreover, the 3rd level shift means for carrying out the level shift of the source potential of high side right-hand side Maine MOSFET 23 consists of two or more 3rd diodes 25 and the 3rd resistance 26, and the 4th level shift means for carrying out the level shift of the source potential of the high side right-hand side mirror MOSFET 24 consists of two or more 4th diodes 27 and the 4th resistance 28.

[0017] By considering as the above-mentioned configuration, an accurate current detection operation is realizable like said 1st example on H bridge.

[0018] The 3rd example of this invention is shown in drawing 3. This example attains reduction-by-half-ization of a circuit scale, when this current detector is applied to H bridge. At this example, the 4th level shift means for only one piece being used, and the 3rd level shift means for carrying out the level shift of the source potential of high side right-hand side Maine MOSFET 23 consisting of two or more 3rd diodes 25 and the 1st resistance 6, and carrying out the level shift of the source potential of the high side right-hand side mirror MOSFET 24, as for amplifier 9 consists of two or more 4th diodes 27 and the 2nd resistance 8. That is, the 1st resistance 6 is shared by the 1st level shift means and the 3rd level shift means, and the 2nd resistance 8 is shared by the 2nd level shift means and the 4th level shift means.

[0019] Although the direction of the current which flows for a load 13 by considering as the above-mentioned configuration cannot be specified, detection with a sufficient precision of the current value which flows for a load 13 of it is attained. Moreover, in the 3rd example, since [ with the load 13 which had become a problem by the resistance division method by using diode for the level shift of the source potential of each MOSFET, and connecting the potential after a level shift to the

same amplifier 9 ] resistance of juxtaposition places and replaces bidirectional diode, this bidirectional diode can protect the inflow (reduction in the load current) of the current to juxtaposition Rhine with a load 13.

[0020]

[Effect of the Invention] The 1st diode by which the 1st level shift means which carries out the level shift of the source potential of Maine MOSFET was connected to the inversed input terminal of amplifier from the source terminal of said Maine MOSFET in the forward direction according to invention according to claim 1 as explained above, It constitutes from the 1st resistance connected between this inversed input terminal and the low voltage point. The 2nd diode by which the 2nd level shift means which carries out the level shift of the source potential of Mirror MOSFET was connected to the non-inversed input terminal of said amplifier from the source terminal of said mirror MOSFET in the forward direction, Since it constituted from the 2nd resistance connected between this non-inversed input terminal and the low voltage point, The forward voltage of diode can be controlled by several mV order on the manufacture process of IC. moreover, from each other being offset, the forward voltage of the 1st diode of Maine MOSFET, and the 2nd diode by the side of Mirror MOSFET Dispersion in the forward voltage of the 1st diode and the forward voltage of the 2nd diode is suppressed very very small, and current detection precision can be raised.

[0021] According to invention according to claim 2, it is the current detector applied to H bridge. The 1st diode by which the 1st level shift means which carries out the level shift of the source potential of high side left-hand side Maine MOSFET was connected to the inversed input terminal of amplifier in the forward direction from the source terminal of said high side left-hand side Maine MOSFET, It constitutes from the 1st resistance connected between this inversed input terminal and the low voltage point. The 2nd diode by which the 2nd level shift means which carries out the level shift of the source potential of the high side left-hand side mirror MOSFET was connected to the non-inversed input terminal of said amplifier in the forward direction from the source terminal of said high side left-hand side mirror MOSFET, It constitutes from the 2nd resistance connected between this non-inversed input terminal and the low voltage point. The 3rd level shift means which carries out the level shift of the source potential of high side right-hand side Maine MOSFET is constituted from the 3rd diode connected to the inversed input terminal of said amplifier in the forward

direction from the source terminal of said high side right-hand side  
Maine MOSFET, and said 1st resistance. Since the 4th level shift means  
which carries out the level shift of the source potential of the high  
side right-hand side mirror MOSFET was constituted from the 4th diode  
connected to the non-inversed input terminal of said amplifier in the  
forward direction from the source terminal of said high side right-hand  
side mirror MOSFET, and said 2nd resistance, Current detection precision  
can be raised like the effect of the invention of the claim 1 above-  
mentioned publication. Moreover, since amplifier etc. was made into one  
piece common to high side left-hand side and high side right-hand side,  
it can make a circuit scale small.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

**JP0 and NCIPI are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

#### DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the circuit diagram showing the 1st example of the current detector concerning this invention.

[Drawing 2] It is the circuit diagram showing the 2nd example of this invention.

[Drawing 3] It is the circuit diagram showing the 3rd example of this invention.

[Drawing 4] It is the circuit diagram showing the 1st conventional example of a current detector.

[Drawing 5] It is the circuit diagram showing the 2nd conventional example.

[Drawing 6] It is drawing showing the drain property of MOSFET for explaining the trouble of the conventional example.

[Description of Notations]

3 Maine MOSFET (High Side Left-hand Side Maine MOSFET)

4 Mirror MOSFET (High Side Left-hand Side Mirror MOSFET)  
5 1st Diode  
6 1st Resistance  
7 2nd Diode  
8 2nd Resistance  
9 Amplifier  
10 Transistor  
11 Feedback Resister  
12 Resistance for Current Detection  
13 Load  
23 High Side Right-hand Side Maine MOSFET  
24 High Side Right-hand Side Mirror MOSFET  
25 3rd Diode  
27 4th Diode  
35 Low Side Left-hand Side Power Metal-oxide Semiconductor Field Effect Transistor  
36 Low Side Right-hand Side Power Metal-oxide Semiconductor Field Effect Transistor

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

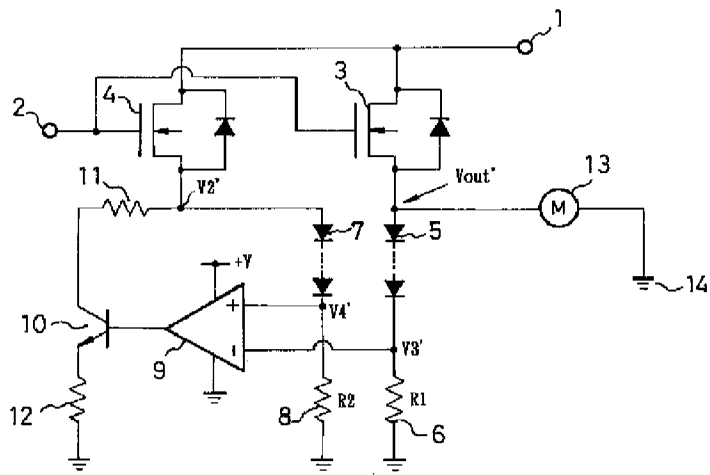
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

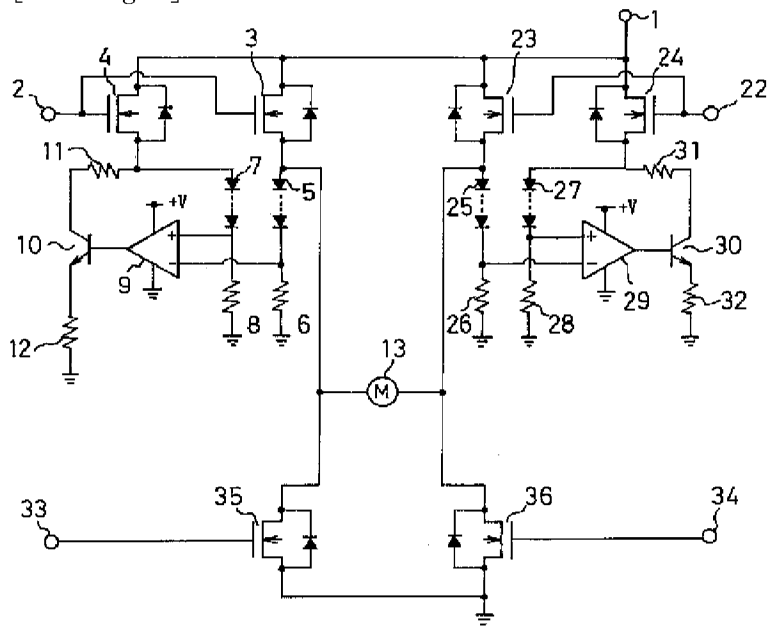
DRAWINGS

---

[Drawing 1]

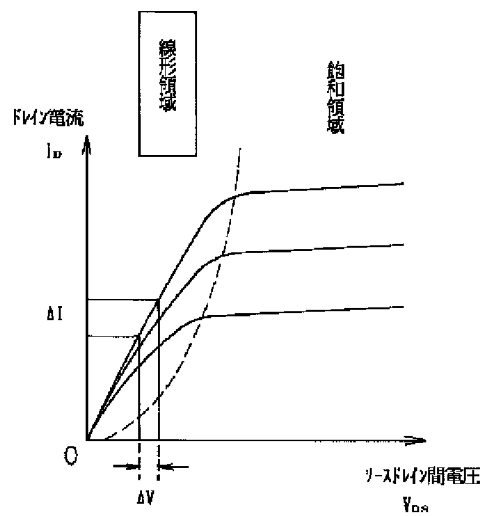


[Drawing 2]

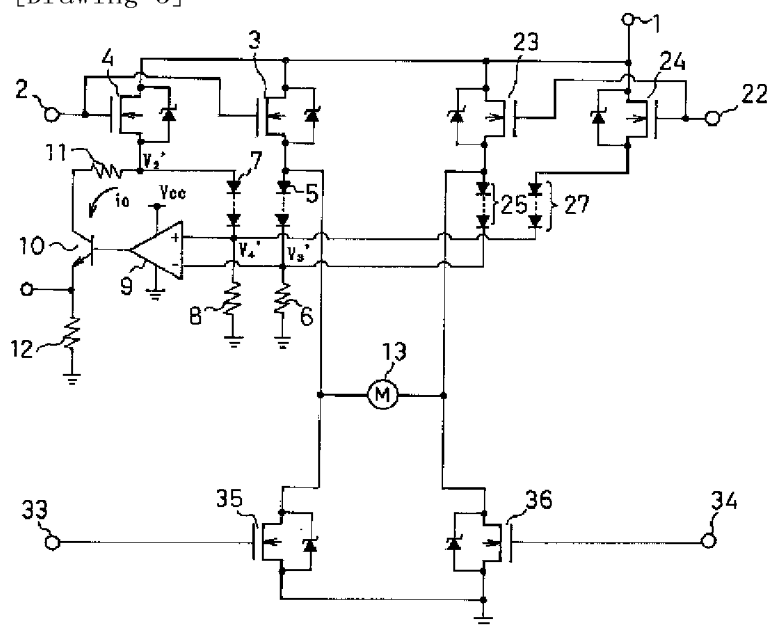


[Drawing 6]

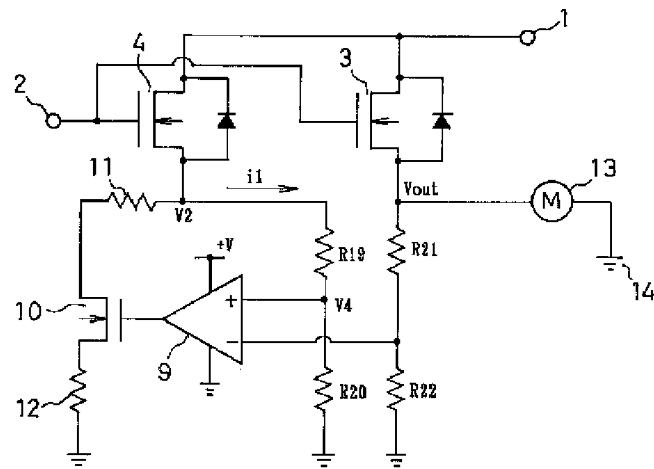




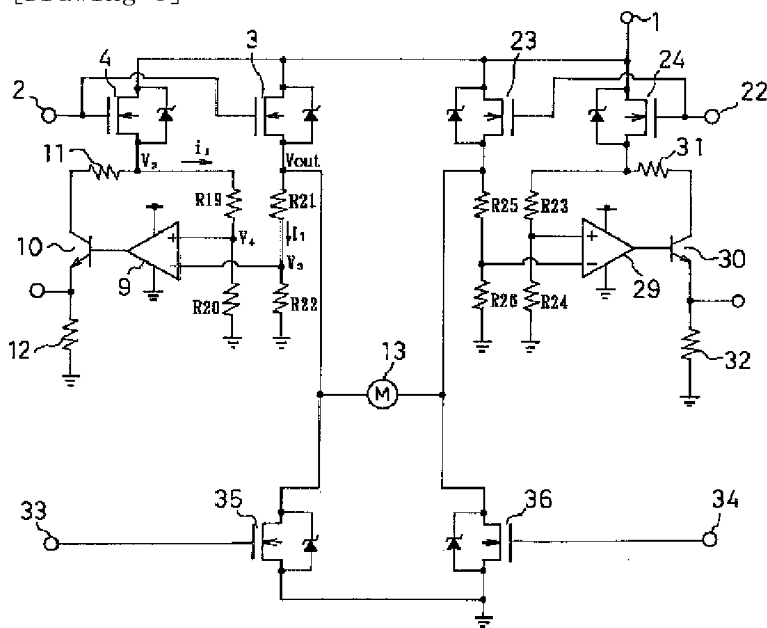
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-86818

(43) 公開日 平成8年(1996)4月2日

(51) Int. Cl. <sup>4</sup>	識別記号	片内整理番号	P I	技術表示箇所
G 0 1 R 19/00	B			
H 0 3 F 1/34		8839-5 J		

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平6-220579

(22) 出願日 平成6年(1994)9月14日

(71) 出願人 000003697

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 井野 淳介

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

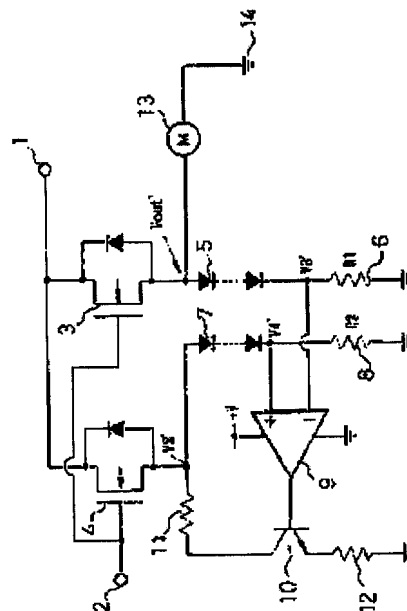
(74) 代理人 弁護士 三好 秀和 (外8名)

(54) 【発明の名称】 電流検出回路

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、電流検出精度を向上させ、また回路規模を小さくすることを目的とする。

【構成】 メインMOSFET 3のソース電位をレベルシフトする第1のレベルシフト手段はメインMOSFET 3のソースから増幅器9の反転入力端子に順方向接続した第1のダイオード5とその反転入力端子と低電位点との間に接続した第1の抵抗6とで構成し、ミラーMOSFET 4のソース電位をレベルシフトする第2のレベルシフト手段はミラーMOSFET 4のソースから増幅器9の非反転入力端子に順方向接続した第2のダイオード7とその非反転入力端子と低電位点との間に接続した第2の抵抗8とで構成したことを特徴とする。



(2)

特開平8-86818

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 負荷を駆動するメインMOSFETと、該メインMOSFETにミラー接続されたミラーMOSFETと、前記メインMOSFETのソース電位を第1のレベルシフト手段でレベルシフトした電圧及び前記ミラーMOSFETのソース電位を第2のレベルシフト手段でレベルシフトした電圧を両入力とする増幅器と、該増幅器の出力をベース（又はゲート）入力とするトランジスタと、該トランジスタのコレクタ（又はドレイン）端子から前記ミラーMOSFETのソース端子に接続された帰還抵抗と、前記トランジスタのエミッタ（又はソース）端子に接続され前記ミラーMOSFETに流れる電流を検出する電流検出用抵抗とを有する電流検出回路において、前記第1のレベルシフト手段は前記メインMOSFETのソース端子から前記増幅器の反転入力端子に順方向に接続された第1のダイオードと、該反転入力端子と低電位点との間に接続された第1の抵抗とで構成し、前記第2のレベルシフト手段は前記ミラーMOSFETのソース端子から前記増幅器の非反転入力端子に順方向に接続された第2のダイオードと、該非反転入力端子と低電位点との間に接続された第2の抵抗とで構成してなることを特徴とする電流検出回路。

【請求項2】 負荷を間にしてHブリッジ型に接続されたハイサイド左側メインMOSFET、ハイサイド右側メインMOSFET、ローサイド左側MOSFET及びローサイド右側MOSFETと、前記ハイサイド左側メインMOSFETにミラー接続されたハイサイド左側ミラーMOSFETと、前記ハイサイド右側メインMOSFETにミラー接続されたハイサイド右側ミラーMOSFETと、前記ハイサイド左側メインMOSFETのソース電位をレベルシフトする第1のレベルシフト手段と、前記ハイサイド左側ミラーMOSFETのソース電位をレベルシフトする第2のレベルシフト手段と、前記ハイサイド右側メインMOSFETのソース電位をレベルシフトする第3のレベルシフト手段と、前記ハイサイド右側ミラーMOSFETのソース電位をレベルシフトする第4のレベルシフト手段と、前記第1のレベルシフト手段及び第3のレベルシフト手段でそれぞれレベルシフトした電圧を反転入力端子に入力し前記第2のレベルシフト手段及び第4のレベルシフト手段でそれぞれレベルシフトした電圧を非反転入力端子に入力する増幅器と、該増幅器の出力をベース（又はゲート）入力とするトランジスタと、該トランジスタのコレクタ（又はドレイン）端子から前記ハイサイド左側ミラーMOSFET又はハイサイド右側ミラーMOSFETの何れかのソース端子に接続された帰還抵抗と、前記トランジスタのエミッタ（又はソース）端子に接続され前記ハイサイド左側ミラーMOSFET又はハイサイド右側ミラーMOSFETの何れかに流れる電流を検出する電流検出用抵抗とを有する電流検出回路であって、前記第1のレベルシ

2

フト手段は前記ハイサイド左側メインMOSFETのソース端子から前記増幅器の反転入力端子に順方向に接続された第1のダイオードと、該反転入力端子と低電位点との間に接続された第1の抵抗とで構成し、前記第2のレベルシフト手段は前記ハイサイド左側ミラーMOSFETのソース端子から前記増幅器の非反転入力端子に順方向に接続された第2のダイオードと、該非反転入力端子と低電位点との間に接続された第2の抵抗とで構成し、前記第3のレベルシフト手段は前記ハイサイド右側メインMOSFETのソース端子から前記増幅器の反転入力端子に順方向に接続された第3のダイオードと前記第1の抵抗とで構成し、前記第4のレベルシフト手段は前記ハイサイド右側ミラーMOSFETのソース端子から前記増幅器の非反転入力端子に順方向に接続された第4のダイオードと前記第2の抵抗とで構成してなることを特徴とする電流検出回路。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、負荷に流れる電流を電流検出用ミラーMOSFETを含むパワーMOSFETを用いて高精度に検出する電流検出回路に関する。

【0002】

【従来の技術】電流検出用ミラーMOSFETを含むパワーMOSFETを用いた電流検出回路の第1の従来例として、図4に示すようなものがある。同図において、1は電流検出機能付パワーMOSFETのドレイン端子、即ち電源V<sub>dd</sub>ライン、2は電流検出機能付パワーMOSFETのゲート端子、3は負荷13を駆動するメインMOSFET、4はメインMOSFETにミラー接続されたミラーMOSFET、R<sub>21</sub>、R<sub>22</sub>はメインMOSFET3のソース電位をレベルシフトするための分割抵抗、R<sub>19</sub>、R<sub>20</sub>はミラーMOSFET4のソース電位をレベルシフトするための分割抵抗、9は増幅器、10はトランジスタ、11は帰還抵抗、12は電流検出用抵抗、14はGNDである。そしてメインMOSFET3のソース電位を分割抵抗R<sub>21</sub>、R<sub>22</sub>でレベルシフトした後の電位V<sub>3</sub>とミラーMOSFET4のソース電位を分割抵抗R<sub>19</sub>、R<sub>20</sub>でレベルシフトした後の電位V<sub>4</sub>の両方の電位を増幅器9に入力すると、増幅器9のイマジナリ・ショートによりV<sub>3</sub>=V<sub>4</sub>となるように作用し、さらにレベルシフト後の電位を利用して増幅器9を動作させ、増幅器9の出力を入力とするトランジスタ10を介してミラーMOSFET4のソース電位に帰還をかけることで、メインMOSFET3のソース電位V<sub>out</sub>とミラーMOSFET4のソース電位V<sub>2</sub>とを等しく保つようにしている。ここで検出電流は、増幅器9の入力インピーダンスが高いことから、帰還抵抗11、トランジスタ10を介して電流検出用抵抗12に流れ込み電圧として検出されることになる。この従来例では、MOSFET3、4のソース電位を分割抵抗にて

特開平8-86818

(3)

4

レベルシフトした後の電位を増幅器9に入力することから、分割抵抗値を適当な値(比)に設定することにより、増幅器9の入力動作電圧範囲を変えることができる。このため、比較的入力動作電圧範囲の狭い単電源の増幅器を用いることができ、ICへの増幅器9、即ち電流検出回路の内蔵が可能となる。

【0003】図5には、電流検出回路の第2の従来例を示す。この従来例は、第1の従来例をHブリッジに適用したものである。第1の従来例における各構成要素は、例えばハイサイド左側メインMOSFET3、ハイサイド左側ミラーMOSFET4のように、ハイサイド左側の各構成要素として機能する。22はハイサイド右側パワーMOSFETのゲート端子、23はハイサイド右側メインMOSFET、24はハイサイド右側ミラーMOSFET、R25、R26はハイサイド右側メインMOSFET23のソース電位をレベルシフトするための分割抵抗、R23、R24はハイサイド右側ミラーMOSFET24のソース電位をレベルシフトするための分割抵抗、29はハイサイド右側増幅器、30はハイサイド右側トランジスタ、31はハイサイド右側帰還抵抗、32はハイサイド右側電流検出用抵抗、33はローサイド左側パワーMOSFETのゲート端子、34はローサイド右側パワーMOSFETのゲート端子、35はローサイド左側パワーMOSFET、36はローサイド右側パワーMOSFETである。このような構成によりハイサイド側の各MOSFET3、4、23、24のソース電位を分割抵抗でそれぞれレベルシフトするようにしている。Hブリッジにおける左右の電流検出回路の回路動作は、第1の従来例と同様である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながらこのような従来の電流検出回路にあっては、ミラーMOSFETのソース電位 $V_2$ がメインMOSFETのソース電位 $V_{out}$ を用いて、

$$【数1】 V_2 = V_{out} \cdot [1 + (R19/R20)] / [1 + (R21/R22)]$$

と表されることから、メインMOSFET側の分割抵抗R21、R22及びミラーMOSFET側の分割抵抗R19、R20がそれぞれtyp値に対してわずか±1%ばらつくだけで、

【数2】  $V_2 \text{ typ} = V_{out}$  に対して、

$V_2 \text{ min} = 0.98 V_{out}$      $V_2 \text{ max} = 1.02 V_{out}$  となってしまう。つまり分割抵抗の相対精度ばらつきがわずか±1%だけでも、パワーMOSFETのソース電位で±2%以上、例えば $V_{out} = 11.5V$ の場合は絶対値で±230mVも検出電流がばらつくことになる。一方、ドレイン電流すなわち検出電流はミラーMOSFETのソース・ドレイン間電圧にはほぼ比例して大きく変化するため、図6に示すようにミラーMOSFETのソース電位がわずかも変動すると、ソース・ドレイン間

電圧が変化し、結果としてドレイン電流が変化するため検出電流を精度良く検出できない。つまり、レベルシフト用分割抵抗の精度が電流検出精度に大きく影響し、抵抗値のばらつきにより高精度で電流検出を行うことが困難になるという問題点があった。これは抵抗をICチップにつくり込む場合に、拡散層の形状(幅、長さ、深さなど)、拡散層の濃度、不純物拡散ばらつき、A1コンタクト合わせ位置のズレのようなばらつき要因があるためである。また第2の従来例のようにHブリッジに電流検出回路を適用する場合、左右両方向の電流を検出するためには各々に同じ回路が必要になるが、これは抵抗分割方式で左右2つの回路を単一化することを考えると、負荷と並列に抵抗が挿入されてしまうような回路形式となり、駆動電流がこの並列抵抗に流れこみ、負荷に流れる電流が減少してしまう。したがって以上から、従来例ではMOSFETのソース電位を分割抵抗でレベルシフトすると抵抗値のばらつきがミラーMOSFETのソース電位に影響し、電流検出精度が悪くなるという問題点があり、さらに第2の従来例では、全く同じ電流検出回路がHブリッジの左右両方に必要となり、回路規模が大きくなるという問題点があった。

【0005】本発明は、このような従来の問題点に着目してなされたもので、電流検出精度を向上させ、また回路規模を小さくすることができる電流検出回路を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1記載の発明は、負荷を駆動するメインMOSFETと、該メインMOSFETにミラー接続されたミラーMOSFETと、前記メインMOSFETのソース電位を第1のレベルシフト手段でレベルシフトした電圧及び前記ミラーMOSFETのソース電位を第2のレベルシフト手段でレベルシフトした電圧を両入力とする増幅器と、該増幅器の出力をベース(又はゲート)入力とするトランジスタと、該トランジスタのコレクタ(又はドレイン)端子から前記ミラーMOSFETのソース端子に接続された帰還抵抗と、前記トランジスタのエミッタ(又はソース)端子に接続され前記ミラーMOSFETに流れる電流を検出する電流検出用抵抗とを有する電流検出回路において、前記第1のレベルシフト手段は前記メインMOSFETのソース端子から前記増幅器の反転入力端子に順方向に接続された第1のダイオードと、該反転入力端子と低電位点との間に接続された第1の抵抗とで構成し、前記第2のレベルシフト手段は前記ミラーMOSFETのソース端子から前記増幅器の非反転入力端子に順方向に接続された第2のダイオードと、該非反転入力端子と低電位点との間に接続された第2の抵抗とで構成してなることを要旨とする。

【0007】請求項2記載の発明は、負荷を間にしてHブリッジ型に接続されたハイサイド左側メインMOSF

特開平8-86818

(4)

5

ET、ハイサイド右側メインMOSFET、ローサイド左側MOSFET及びローサイド右側MOSFETと、前記ハイサイド左側メインMOSFETにミラー接続されたハイサイド左側ミラーMOSFETと、前記ハイサイド右側メインMOSFETにミラー接続されたハイサイド右側ミラーMOSFETと、前記ハイサイド左側メインMOSFETのソース電位をレベルシフトする第1のレベルシフト手段と、前記ハイサイド左側ミラーMOSFETのソース電位をレベルシフトする第2のレベルシフト手段と、前記ハイサイド右側メインMOSFETのソース電位をレベルシフトする第3のレベルシフト手段と、前記ハイサイド右側ミラーMOSFETのソース電位をレベルシフトする第4のレベルシフト手段と、前記第1のレベルシフト手段及び第3のレベルシフト手段でそれぞれレベルシフトした電圧を反転入力端子に投入し前記第2のレベルシフト手段及び第4のレベルシフト手段でそれぞれレベルシフトした電圧を非反転入力端子に投入する増幅器と、該増幅器の出力をベース（又はゲート）入力とするトランジスタと、該トランジスタのコレクタ（又はドレイン）端子から前記ハイサイド左側ミラーMOSFET又はハイサイド右側ミラーMOSFETの何れかのソース端子に接続された増幅抵抗と、前記トランジスタのエミッタ（又はソース）端子に接続され前記ハイサイド左側ミラーMOSFET又はハイサイド右側ミラーMOSFETの何れかに流れる電流を検出する電流検出用抵抗とを有する電流検出回路であって、前記第1のレベルシフト手段は前記ハイサイド左側メインMOSFETのソース端子から前記増幅器の反転入力端子に順方向に接続された第1のダイオードと、該反転入力端子と低電位点との間に接続された第1の抵抗とで構成し、前記第2のレベルシフト手段は前記ハイサイド左側ミラーMOSFETのソース端子から前記増幅器の非反転入力端子に順方向に接続された第2のダイオードと、該非反転入力端子と低電位点との間に接続された第2の抵抗とで構成し、前記第3のレベルシフト手段は前記ハイサイド右側メインMOSFETのソース端子から前記増幅器の反転入力端子に順方向に接続された第3のダイオードと前記第1の抵抗とで構成し、前記第4のレベルシフト手段は前記ハイサイド右側ミラーMOSFETのソース端子から前記増幅器の非反転入力端子に順方向に接続された第4のダイオードと前記第2の抵抗とで構成してなることを要旨とする。

【0008】

【作用】請求項1記載の発明では、メインMOSFETのソース電位を第1のダイオードでレベルシフトした後の電圧と、ミラーMOSFETのソース電位を第2のダイオードでレベルシフトした後の電圧とを増幅器の両入力端子に投入すると、イマジナリ・ショートによりその両入力端子の電位は等しくなるように作用し、さらにレベルシフト後の電圧を利用して増幅器を動作させ、増幅

6

器の出力を入力とするトランジスタを介してミラーMOSFETのソース電位に帰還をかけることでメインMOSFETのソース電位とミラーMOSFETのソース電位とが等しく保たれる。検出電流は増幅器の入力インピーダンスが大きいことを利用して帰還抵抗、トランジスタを介して電流検出用抵抗に流れ込み、電圧として検出される。この電流検出動作において、ミラーMOSFETのソース電位 $V_2'$ は、メインMOSFETのソース電位 $V_{out}$ を用いて、

【数3】  $V_2' = V_{out} - (\text{第1のダイオードの順方向電圧}) + (\text{第2のダイオードの順方向電圧})$

として表わされる。このことから電流検出精度は、第1のダイオードの順方向電圧、第2のダイオードの順方向電圧のばらつきに依存する。これはICの製造プロセス上、①ダイオードの順方向電圧は数mVのオーダーで制御することが可能である。②メインMOSFET側の第1のダイオードとミラーMOSFET側の第2のダイオードの順方向電圧のばらつきは相殺される。このことから第1のダイオードの順方向電圧と第2のダイオードの順方向電圧のばらつきは、極めて減少に抑えることができ電流検出精度を向上させることが可能となる。

【0009】請求項2記載の発明では、Hブリッジに適用した電流検出回路において、ハイサイド左側のメインMOSFET及びミラーMOSFET、ハイサイド右側のメインMOSFET及びミラーMOSFETの各ソース電位をそれぞれダイオードを用いてレベルシフトすることで、上記請求項1記載の発明と同様に電流検出精度を向上させることが可能となる。また、レベルシフトした電圧を単一の増幅器に入力させることにより、回路規模を小さくすることが可能となる。

【0010】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基いて説明する。図1は本発明の第1の実施例を示す図であり、本発明をハイサイドスイッチに適用した場合である。なお、図1及び後述の第2、第3の実施例を示す図2、図3において、前記図4、図5における機器及び素子等と同一ないし均等のものは、前記と同一符号を以て示し重複した説明を省略する。

【0011】まず、本実施例の構成を説明すると、メインMOSFET 3のソース電位をレベルシフトするための第1のレベルシフト手段が複数個の第1のダイオード5と第1の抵抗6とで構成され、ミラーMOSFET 4のソース電位をレベルシフトするための第2のレベルシフト手段が複数個の第2のダイオード7と第2の抵抗8とで構成されている。

【0012】次に、本実施例の作用を説明する。ハイサイドMOSFETのゲートがONすると、メインMOSFET 3側には $I_o$ 、ミラーMOSFET 4側には $I_o$ （但し $I_o = k \cdot I_o$ 、 $k$ ：ミラー比）の電流が流れ、また増幅器9の入力はメインMOSFET 3側、ミ

特開平8-86818

(5)

8

7  
 ラーMOSFET4側各々が第1のダイオード5及び第2のダイオード7によりレベルシフトされ、第1、第2のダイオード5、7には、レベルシフト後の電圧と第1の抵抗6及び第2の抵抗8で決まる電流がそれぞれ流れる。またメインMOSFET3側に流れる電流は、第1の抵抗6に負荷13の電機子抵抗よりもはるかに大きい値の抵抗を用いることでその殆んどを負荷13に流すことが可能になる。一方、メインMOSFET3のソース電位を第1のダイオード5でレベルシフトした後の電位V3'とミラーMOSFET4のソース電位を第2のダイオード7でレベルシフトした後の電位V4'の両方の電位を増幅器9に入力すると、増幅器9のイマジナリ・ショートによりV3'=V4'となるよう作用し、さらにレベルシフト後の電位を利用して増幅器9を動作させ、増幅器9の出力を入力すると、トランジスタ10を介してミラーMOSFET4のソース電位に帰還をかけることで、結果としてV2'=Vout'を実現している。また検出電流は、従来例と同様に、増幅器9の入力インピーダンスが大きいことを利用して、帰還抵抗11、トランジスタ10を介して電流検出用抵抗12に流れ込み電圧として検出される。ここで、上記トランジスタ10はMOSFETでもバイポーラトランジスタでも利用が可能である。

【0013】上述の電流検出動作において、ミラーMOSFET4のソース電位V2'は、メインMOSFET3のソース電位Vout'を用いて、

【数4】 $V2' = Vout' - \Sigma (\text{メインMOSFET側の第1のダイオードの}VF) + \Sigma (\text{ミラーMOSFET側の第2のダイオードの}VF)$

と表わされる。上式より誤差はメインMOSFET3側、ミラーMOSFET4側の第1、第2のダイオード5、7の順方向電圧(VF)のばらつきの絶対値に依存する。これはICの製造プロセス上、①ダイオードの順方向電圧が数mVのオーダーで制御できること、②メインMOSFET3側のVFとミラーMOSFET4側のVFでばらつきを相殺することが期待できること、などから、抵抗分割でレベルシフトを行った場合に最大±230mV程度生じるばらつきを、本ダイオードレベルシフト方式ではわずか数mV程度まで抑えることができるという利点を持つ。さらにレベルシフト用のダイオードを複数段用いることで、増幅器9の入力動作電圧範囲を狭くすることができるため、高精度を保ちつつ従来例と同様に入力動作電圧範囲の比較的狭い増幅器を用いることで、回路自体をICに内蔵できるという利点がある。

【0014】ここで、レベルシフト用ダイオード5又は7の数nは、電源電圧Vdd、増幅器9の最大入力電圧範囲Vimax、ダイオード5、7の順方向電圧VFを用いて、次式に示すように設定すればよい。

【0015】 $[(Vdd - Vimax) / VF] < n$

例えば、Vdd=12V、Vimax=5V、VF=0.8Vの場合は、

$$n > (12 - 5) / 0.8 = 8.75$$

で、レベルシフト用ダイオード5又は7は、9個以上にするのがよい。一方、ダイオードの順方向電圧VFは、僅かだがダイオードに流れる電流により変化するため、この順方向電圧VFをメインMOSFET3側及びミラーMOSFET4側で等しくするために、ダイオード5、7の面積A5、A6を、

【数5】 $R1 : R2 = A5 : A6$  (但し、R1、R2は第1、第2の抵抗の各値)

とすることにより、電流検出精度が向上する。

【0016】図2には、本発明の第2の実施例を示す。本実施例は、本電流検出回路をHブリッジに適用したものである。本実施例では、ハイサイド左側メインMOSFET3のソース電位をレベルシフトするための第1のレベルシフト手段が複数個の第1のダイオード5と第1の抵抗6とで構成され、ハイサイド左側ミラーMOSFET4のソース電位をレベルシフトするための第2のレベルシフト手段が複数個の第2のダイオード7と第2の抵抗8とで構成されている。また、ハイサイド右側メインMOSFET23のソース電位をレベルシフトするための第3のレベルシフト手段が複数個の第3のダイオード25と第3の抵抗26とで構成され、ハイサイド右側ミラーMOSFET24のソース電位をレベルシフトするための第4のレベルシフト手段が複数個の第4のダイオード27と第4の抵抗28とで構成されている。

【0017】上記構成とすることにより、Hブリッジにおいて前記第1の実施例と同様に、精度の良い電流検出作用を実現することができる。

【0018】図3には、本発明の第3の実施例を示す。本実施例は、本電流検出回路をHブリッジに適用した場合において回路規模の半減化を図ったものである。本実施例では、増幅器9は1個のみが用いられ、ハイサイド右側メインMOSFET23のソース電位をレベルシフトするための第3のレベルシフト手段は複数個の第3のダイオード25と第1の抵抗6とで構成され、ハイサイド右側ミラーMOSFET24のソース電位をレベルシフトするための第4のレベルシフト手段は複数個の第4のダイオード27と第2の抵抗8とで構成されている。即ち、第1の抵抗6が第1のレベルシフト手段と第3のレベルシフト手段に共用され、第2の抵抗8が第2のレベルシフト手段と第4のレベルシフト手段に共用されている。

【0019】上記構成とすることにより、負荷13に流れる電流の方向は特定できないが、負荷13に流れる電流値の精度の良い検出が可能となる。また、第3の実施例では、各MOSFETのソース電位のレベルシフトにダイオードを用い、レベルシフト後の電位を同じ増幅器9に接続することによって、抵抗分割方式にて問題になっていた負荷13との並列の抵抗が、双方向ダイオードに置き換えるため、この双方向ダイオードによって負荷1

(5)

特開平8-86818

9

3との並列ラインへの電流の流入（負荷電流の減少）を防ぐことができる。

【0020】

【発明の効果】以上説明してきたように、請求項1記載の発明によれば、メインMOSFETのソース電位をレベルシフトする第1のレベルシフト手段は前記メインMOSFETのソース端子から増幅器の反転入力端子に順方向に接続された第1のダイオードと、該反転入力端子と低電位点との間に接続された第1の抵抗とで構成し、ミラーMOSFETのソース電位をレベルシフトする第2のレベルシフト手段は前記ミラーMOSFETのソース端子から前記増幅器の非反転入力端子に順方向に接続された第2のダイオードと、該非反転入力端子と低電位点との間に接続された第2の抵抗とで構成したため、ICの製造プロセス上、ダイオードの順方向電圧は数mVのオーダーで制御することが可能であり、またメインMOSFET側の第1のダイオードとミラーMOSFET側の第2のダイオードの順方向電圧は相殺されることから、第1のダイオードの順方向電圧と第2のダイオードの順方向電圧のばらつきが極めて微少に抑えられて電流検出精度を向上させることができる。

【0021】請求項2記載の発明によれば、Hブリッジに適用した電流検出回路であって、ハイサイド左側メインMOSFETのソース電位をレベルシフトする第1のレベルシフト手段は前記ハイサイド左側メインMOSFETのソース端子から増幅器の反転入力端子に順方向に接続された第1のダイオードと、該反転入力端子と低電位点との間に接続された第1の抵抗とで構成し、ハイサイド左側ミラーMOSFETのソース電位をレベルシフトする第2のレベルシフト手段は前記ハイサイド左側ミラーMOSFETのソース端子から前記増幅器の非反転入力端子に順方向に接続された第2のダイオードと、該非反転入力端子と低電位点との間に接続された第2の抵抗とで構成し、ハイサイド右側メインMOSFETのソース電位をレベルシフトする第3のレベルシフト手段は前記ハイサイド右側メインMOSFETのソース端子から前記増幅器の反転入力端子に順方向に接続された第3のダイオードと前記第1の抵抗とで構成し、ハイサイド

10

右側ミラーMOSFETのソース電位をレベルシフトする第4のレベルシフト手段は前記ハイサイド右側ミラーMOSFETのソース端子から前記増幅器の非反転入力端子に順方向に接続された第4のダイオードと前記第2の抵抗とで構成したため、上記請求項1記載の発明の効果と同様に電流検出精度を向上させることができる。また、増幅器等はハイサイド左側とハイサイド右側に共通の1個としたので回路規模を小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る電流検出回路の第1の実施例を示す回路図である。

【図2】本発明の第2の実施例を示す回路図である。

【図3】本発明の第3の実施例を示す回路図である。

【図4】電流検出回路の第1の従来例を示す回路図である。

【図5】第2の従来例を示す回路図である。

【図6】従来例の問題点を説明するためのMOSFETのドレイン特性を示す図である。

【符号の説明】

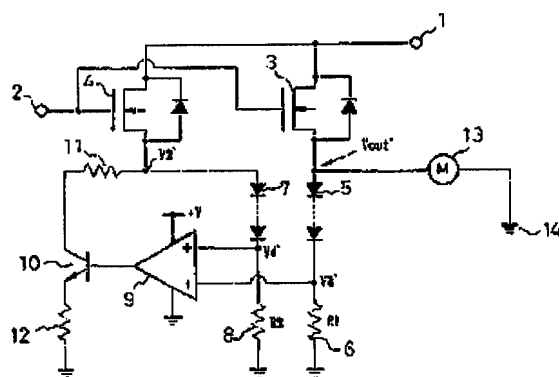
- 3 メインMOSFET（ハイサイド左側メインMOSFET）
- 4 ミラーMOSFET（ハイサイド左側ミラーMOSFET）
- 5 第1のダイオード
- 6 第1の抵抗
- 7 第2のダイオード
- 8 第2の抵抗
- 9 増幅器
- 10 トランジスタ
- 11 帰還抵抗
- 12 電流検出用抵抗
- 13 負荷
- 23 ハイサイド右側メインMOSFET
- 24 ハイサイド右側ミラーMOSFET
- 25 第3のダイオード
- 27 第4のダイオード
- 35 ローサイド左側パワーMOSFET
- 36 ローサイド右側パワーMOSFET



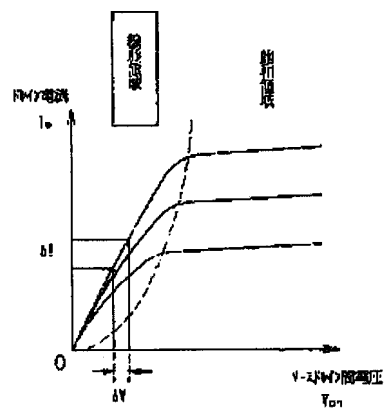
(7)

特開平8-86818

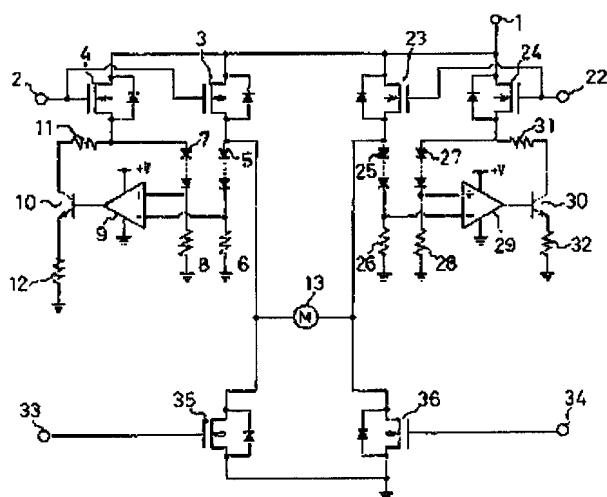
【図1】



【図6】



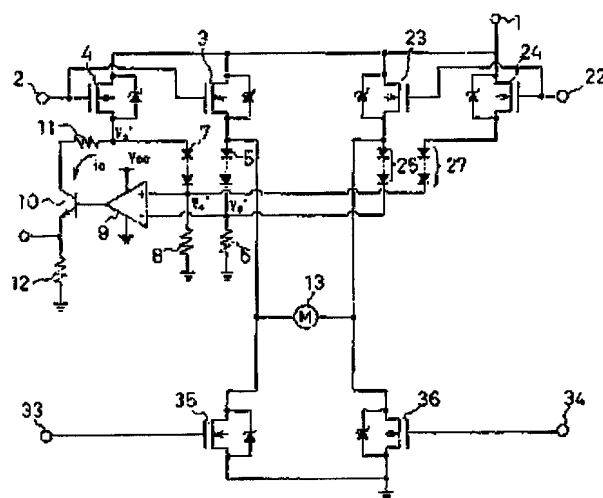
【図2】



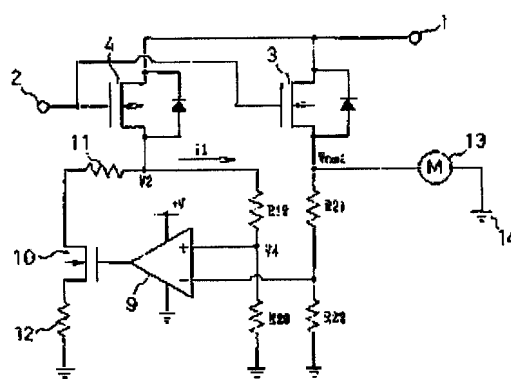
(8)

特開平8-86818

【図3】



【図4】



(9)

特開平 8-86818

【図 5】

